

**PERFORMANSI *SYSTEM* UDWDM DENGAN  
ARSITEKTUR NGPON PADA ISOWC**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

**FADLY GUSTIAWAN**

**11555102654**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2019**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**PERFORMANSI SYSTEM UDWDM DENGAN**  
**ARSITEKTUR NGPON PADA ISOWC**

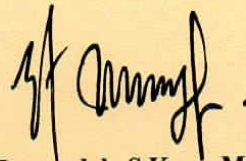
**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**FADLY GUSTIAWAN**  
**11555102654**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 18 Desember 2019

**Ketua Program Studi**



**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom**  
**NIP.19750922 200912 2 002**

**Pembimbing I**



**Rika Susanti, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 19770731 200710 2 003**

**Pembimbing II**



**Mulyono, S.T., M.T.**  
**NIP. 19851115 201503 1 003**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERFORMANSI SYSTEM UDWDM DENGAN ARSITEKTUR NGPON PADA ISOWC

#### TUGAS AKHIR

Oleh:

**FADLY GUSTIAWAN**

**11555102654**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 18 Desember 2019

Pekanbaru, 18 Desember 2019

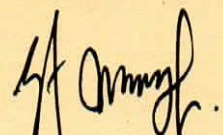
Mengesahkan,



Dekan

**Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag**  
**NIP. 19660604 199203 1 004**

Ketua Program Studi

  
**Ewi Isma'edah, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19750922 200912 2 002**

#### Dewan Penguji :

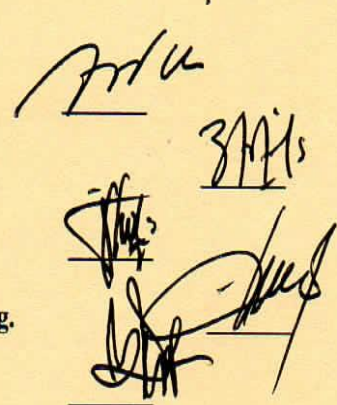
Ketua : Abdillah Mahyuddin, S.Si., M.IT.

Sekretaris I : Rika Susanti, S.T., M.Eng.

Sekretaris II : Mulyono, S.T., M.T.

Anggota I : Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.

Anggota II : Hasdi Radiles, S.T., M.T.



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

**FADLY GUSTIAWAN**  
**NIM. 11555102654**

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur diucapkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga saya masih diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa pula saya ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah mengajarkan kita sebagai umatnya akan pentingnya menuntut ilmu dan beribadah dalam mencari ridha Allah SWT untuk keselamatan dunia dan akhirat.

Saya persembahkan karya ilmiah ini kepada seluruh keluarga besar penulis, terutama teruntuk Bapak dan Ibuku tercinta yang telah memberikan kesempatan, kepercayaan dan dukungan yang tak terhitung nilainya demi masa depan anakmu ini dalam menempuh pendidikan yang lebih tinggi dan menggapai cita-cita. Karya ilmiah ini mungkin menjadi salah satu hadiah terindah yang anakmu berikan kepadamu bapak dan ibu dan menjadi penghibur hati kita semua. Karya ilmiah ini akan menjadi langkah awal keberhasilan dan perjuangan anakmu demi menggapai cita-cita dan masa depan yang lebih baik dan tetap berpegang teguh pada ajaran agama dan nasehat yang engkau berikan kepada anakmu ini. Rasa terima kasih yang sangat dalam saya ucapkan kepadamu bapak dan ibu, abang dan kakakku, keluarga besarku, dan rekan-rekan seperjuangan semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua dengan pahala yang berlipat ganda dan kebaikan yang lebih baik lagi.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## PERFORMANSI *SYSTEM* UDWDM DENGAN ARSITEKTUR NGPON PADA ISOWC

FADLY GUSTIAWAN  
11555102654

Tanggal Sidang: Desember 2019

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

### ABSTRAK

Sistem *Optical Wireless Communication* (OWC) merupakan teknologi optik yang memanfaatkan komunikasi *wireless* dan menyediakan kecepatan transmisi yang tinggi dan tahan terhadap interferensi, sistem ini digunakan untuk memperkecil *loss*, meningkatkan *bandwidth* sistem dan mentransmisikan *bit rate* yang tinggi. *Inter Satellite Optical Wireless Communication* (ISOWC) merupakan *hybrid* teknologi dari sistem *Optical Wireless Communication* (OWC) yang memanfaatkan teknologi komunikasi *wireless* dan serat optik dengan melakukan pertukaran informasi melalui satelit untuk menghasilkan *bandwidth* yang tinggi, *loss* yang kecil, daya yang kecil dan biaya yang kecil untuk sistem komunikasi jarak jauh (*Long Haul*). Penggunaan teknik modulasi dapat mempengaruhi laju kesalahan data. Pada penelitian ini dilakukan performansi sistem UDWDM-ISOWC menggunakan modulasi MDRZ. Standar ITU-T WDM dengan BER minimal  $10^{-12}$  digunakan sebagai acuan dalam memverifikasi model sistem pada penelitian ini. Berdasarkan hasil simulasi antara model sistem dengan modulasi MDRZ didapatkan hasil bahwa model system dengan modulasi MDRZ mempunyai performansi yang baik untuk digunakan dalam komunikasi jarak jauh. Jarak transmisi yang bisa dicapai oleh model sistem adalah 14.000 km.

**Kata Kunci:** ISOWC,MDRZ,DWDM.

UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## **PERFORMANCE OF UDWDM SYSTEM WITH NGPON ARCHITECTURE IN ISOWC**

**FADLY GUSTIAWAN**  
**11555102654**

*Date of final exam: December 2019*

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

### **ABSTRACT**

*Optical Wireless Communication (OWC) system is an optical technology that utilizes wireless communication and provides high transmission speeds and is resistant to interference, this system is used to reduce losses, increase system bandwidth and transmit high bit rates. Inter Satellite Optical Wireless Communication (ISOWC) is a hybrid technology from the Optical Wireless Communication (OWC) system that utilizes wireless communication technology and optical fiber by exchanging information via satellite to produce high bandwidth, small loss, small power and small costs. for long distance communication systems (Long Haul). The use of modulation techniques can affect the rate of data error. In this study the UDWDM-ISOWC system performance was performed using MDRZ modulation. ITU-T WDM standards with a minimum BER of  $10^{-12}$  are used as a reference in verifying the system model in this study. Based on the simulation results between the system model with MDRZ modulation, the results show that the system model with MDRZ modulation has good performance to be used in long distance communication. The transmission distance that can be reached by the system model is 14,000 km.*

**Key Word:** ISOWC,MDRZ,DWDM.

UIN SUSKA RIAU



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh*

Dengan Mengucap puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beriring salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut dicontoh dan diteladani. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Performansi *Hybrid System* ISOWC UDWDM Dengan Arsitektur NGPON”.

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Elektro di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis menyadari bahwa dalam menyusun tugas akhir ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Diantara lain :

Ayah, Ibu dan keluarga penulis yang telah mendukung agar penulis dapat menjalankan kuliah ini dengan semangat, serta doa yang selalu diberikan.

Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan Jajarannya.

Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau yang telah membuat proses administrasi menjadi lebih efektif sehingga penulis lebih mudah dalam

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

melengkapi berkas-berkas untuk Tugas Akhir dan pengalaman-pengalaman luar biasa beliau yang penulis rasakan.

Ibu Rika Susanti, ST., M. Eng dan Bapak Mulyono ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Teddy Purnamirza, ST., M. Eng selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.

Bapak Hasdi Radiles, ST., MT. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.

7. Bapak Ahmad Faizal, ST., MT selaku koordinator Tugas Akhir yang telah banyak membantu penulis.
8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bapak dan Ibuku tersayang (Abdullah dan Chamsiar) yang selalu mendukung dan memberikan semangatnya kepada peneliti. Adek tercinta Afrilya Ningsih yang telah banyak memberikan *support*, dukungan dan motivasi yang tak terhingga kepada peneliti.
10. Terkhusus untuk Amelia Ayudiawati S. Pd yang telah memberikan dukungan serta motivasi dan do'a yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
11. Terkhusus untuk R. R. Retno Handayani ST yang sangat membantu penulis baik sebagai kakak tingkat dan sebagai pembimbing yang selalu menyediakan waktu tenaga untuk penulis sehingga bisa menyelesaikan penelitian ini.
12. Seluruh teman-teman telekomunitas, terimakasih atas do'a, semangat, dorongan dan bantuannya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2015, Ahmad Busyra, Bagas Satria Pratama, Rendi Ramadhan, Rista Febriani, Abdul Rahman, Hendhika Suryadi, Satria Daras, Misbachul Badri dll, kakak-kakak tingkat Bg Fandi dan Bg Melco serta adik-adik tingkat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas dukungan, kerjasama dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, Desember 2019

Penulis

UIN SUSKA RIAU



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR RUMUS .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-4
1.4 Batasan Masalah.....	I-4
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait .....	II-1
2.2 Intersatellite Link .....	II-4
2.3 Inter Satellite Optical Wireless Communication (ISOWC) .....	II-5
2.4 Next Generation Passive Optical Network (NGPON) .....	II-5
2.5 Power Link Budget.....	II-7
2.6 Bit Error Rate (BER).....	II-7
2.7 Quality Faktor .....	II-8
2.8 Perangkat Lunak Optysistem.....	II-8

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.9 Modified Duobinary Return Zero (MDRZ) .....	II-9
---	------

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Tahapan Penelitian .....	III-1
3.3 Pemodelan Sistem .....	III-3
3.3.1 Model Sistem DWDM-ISOWC Menggunakan Modulasi MDRZ.....	III-4
3.4 Simulasi Model Sistem .....	III-7
3.5 Skenario Penelitian.....	III-8
3.5.1 Penentuan Jarak Transmisi Jarak Maksimum .....	III-8
3.5.2 Pengaruh <i>Bit Rate</i> Terhadap Jarak Transmisi .....	III-8
3.6 Analisis Hasil Simulasi .....	III-9

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Verifikasi Model Sistem .....	IV-1
4.2 Jarak Transmisi Maksimum Dengan <i>Split Ratio</i> yang Berbeda .....	IV-3
4.3 Jarak Transmisi Maksimum Dengan Daya Input yang Berbeda .....	IV-8
4.4 <i>Link Power Budget</i> Model Sistem.....	IV-13

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	V-1
5.2 Saran.....	V-1

**DAFTAR PUSTAKA .....**

UIN SUSKA RIAU

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Intersatellite Optical Link</i> antara Artemis dan SPOT-4 .....	II-4
Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Dasar ISOWC .....	II-5
Gambar 2.3 Arsitektur Umum Jaringan NGPON .....	II-6
Gambar 2.4 Konfigurasi Inter Satellite Optical Wireless Communication dengan Arsitektur PON ataupun NGPON .....	II-16
Gambar 2.5 Blok Diagram Modulasi <i>Modified Duobinary Return To Zero</i> (MDRZ) .....	II-9
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....	III-2
Gambar 3.2 Alur Tahapan Perancangan .....	III-3
Gambar 3.3 Rancangan Model Sistem DWDM-ISOWC Menggunakan Modulasi MDRZ .....	III-4
Gambar 3.4 Model Sistem DWDM-ISOWC menggunakan NGPON .....	III-5
Gambar 3.5 Model Subsistem <i>Optical Line Terminal</i> (OLT) .....	III-5
Gambar 3.6 Model Sistem NGPON .....	III-6
Gambar 3.7 Penentuan Iterasi Jarak Transmisi Maksimum .....	III-8
Gambar 3.8 Pengaruh <i>Bit Rate</i> Terhadap Jarak Transmisi .....	III-9
Gambar 4.1 <i>Eye pattern</i> dan BER Model Sistem untuk <i>Bitrate</i> 10 Gbps .....	IV-2
Gambar 4.2 <i>Eye pattern</i> dan BER Model Sistem untuk <i>Bitrate</i> 20 Gbps .....	IV-2
Gambar 4.3 Grafik Jarak Transmisi terhadap BER untuk Beberapa Split Ratio dan <i>Bitrate</i> 10 Gbps .....	IV-5
Gambar 4.4 Grafik Jarak Transmisi terhadap BER untuk Beberapa Split Ratio dan <i>Bitrate</i> 20 Gbps .....	IV-7
Gambar 4.5 Grafik Jarak Transmisi terhadap BER untuk Beberapa Daya Input dan <i>Bitrate</i> 10 Gbps .....	IV-10
Gambar 4.6 Grafik Jarak Transmisi terhadap BER untuk Beberapa Daya Input dan <i>Bitrate</i> 20 Gbps .....	IV-12



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

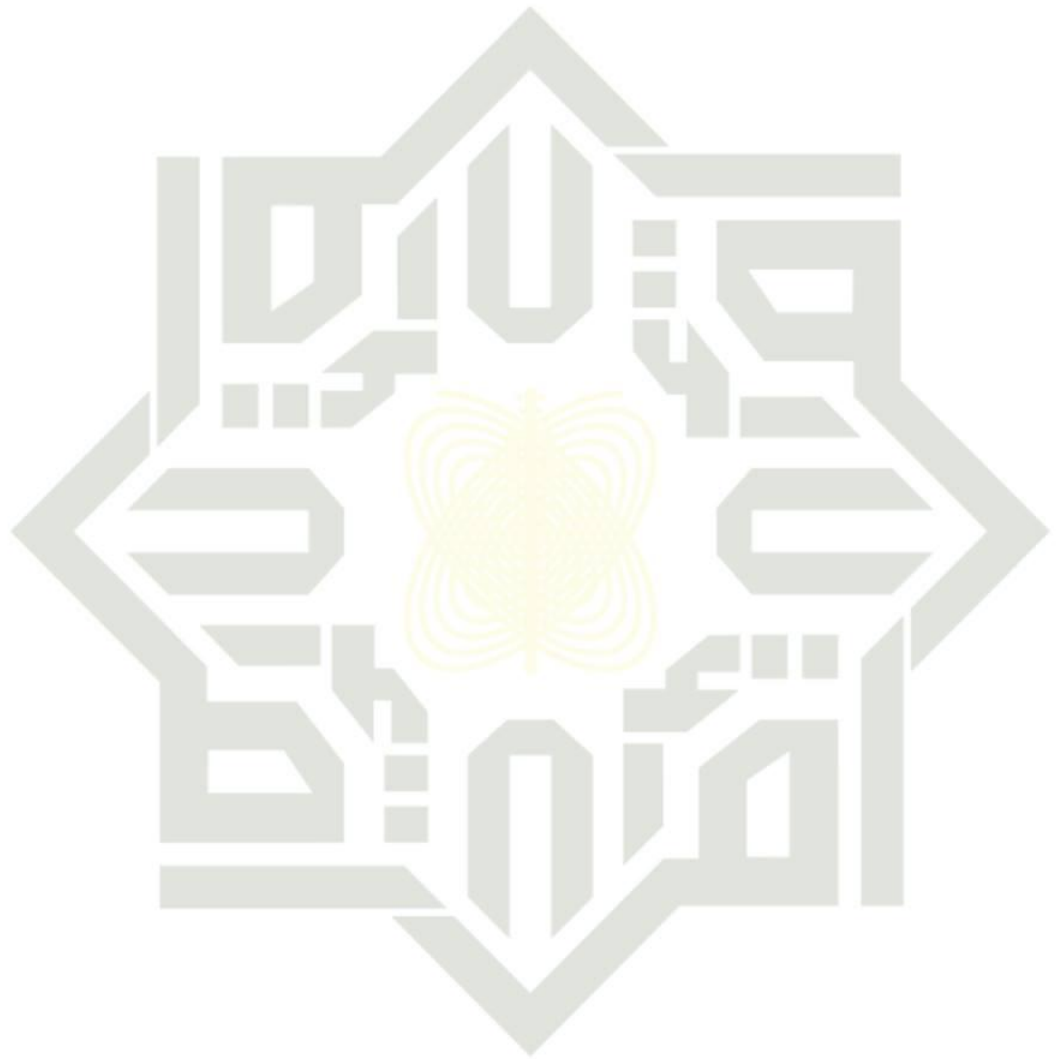
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterkaitan hubungan dengan penelitian.....	II-3
Tabel 3.1 Parameter <i>Set up</i> Model Sistem .....	III-7
Tabel 4.1 Jarak Transmisi terhadap BER beberapa <i>Split Ratio</i> <i>Bitrate</i> 10 Gbps .....	IV-4
Tabel 4.2 Jarak Transmisi terhadap BER beberapa <i>Split Ratio</i> <i>Bitrate</i> 20 Gbps .....	IV-6
Tabel 4.3 Jarak Transmisi terhadap BER beberapa Daya Input, <i>Bitrate</i> 10 Gbps .....	IV-8
Tabel 4.4 Jarak Transmisi terhadap BER beberapa Daya Input, <i>Bitrate</i> 20 Gbps.....	IV-11
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Masing-masing Komponen.....	IV-13
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan daya yang diterima oleh <i>photodetector</i> .....	IV-15

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	<i>Power Link Budget</i> .....	II-7
Rumus 2.2	<i>Bit Error Rate (BER)</i> .....	II-8



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR SINGKATAN

APON	: <i>ATM over Passive Optical Network</i>
BER	: <i>Bit Error Rate</i>
DWDM	: <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i>
ESA	: <i>European Space Agency</i>
FSA	: <i>Full Service Access Network</i>
GUI	: <i>Graphical User Interface</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
ISOWC	: <i>Inter Satelite-Optical Wireless Communication</i>
ITU	: <i>International Telecommunication Union</i>
ITU-T	: <i>International Telecommunication Union Telecommunication</i>
LASER	: <i>Light Amplication by Stimulated Emission of Radiation</i>
MZM	: <i>Mach Zehnder Modulator</i>
NASA	: <i>National American Space Agency</i>
NG-PON	: <i>Next Generation Passive Optical Network</i>
OWC	: <i>Sistem Optical Wireless Communication</i>
PON	: <i>Passive Optical Network</i>
PRBS	: <i>Pseudo Random Bit Sequence</i>
Q-Factor	: <i>Quality Factor</i>
TDRSS	: <i>Tracking and Data Relay Satellite System</i>
TWDM	: <i>Time and Wavelength Division Multiplexing</i>
UDWDM	: <i>Ultra Dense Wavelength Division Multiplexing</i>
WTTU	: <i>Wavelength-To-The-User</i>
PD	: <i>Photodetector</i>



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi semakin cepat seiring dengan kebutuhan manusia yang sangat mendesak akan adanya informasi yang fleksibel dan bisa menyediakan jaringan dengan kapasitas yang besar dan bit rate yang besar pula. Dengan adanya permasalahan yang terjadi memicu perusahaan yang bergerak dibidang teknologi dan informasi untuk selalu meningkatkan layanan komunikasi menjadi lebih cepat dan stabil, Untuk menjawab permasalahan tersebut, maka dilakukanlah berbagai macam penelitian sampai akhirnya ditemukan teknologi jaringan komunikasi serat optik sebagai solusi dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Sistem komunikasi serat optik mentransmisikan informasi berupa sinyal cahaya dengan kecepatan tinggi dalam waktu yang cepat. Dan memiliki keunggulan berupa *bandwith* yang lebih besar, tahan terhadap interferensi, ukuran kabel yang sangat kecil dan ringan [1].

Hal ini memaksa tersedianya komunikasi *wireless* yang mampu memenuhi keinginan konsumen dalam hal kualitas dan kuantitas jaringan. Sebuah teknologi optik yang memanfaatkan komunikasi *wireless* dan menyediakan kecepatan transmisi yang tinggi dan tahan terhadap interferensi, dapat juga disebut dengan Sistem *Optical Wireless Communication* (OWC) [2]. Sistem OWC digunakan untuk memperkecil *loss* meningkatkan *bandwidth* sistem dan mentransmisikan *bit rate* yang tinggi [3].

Pada April 2009, sekitar 6124 satelit yang sudah mengorbit diluar angkasa dan terus meningkat dari tahun ketahun, satelit memiliki dua jenis satelit alami dan satelit buatan. Satelit bergerak mengelilingi planet tertentu sambil mengikuti planet tersebut beredar. [4]. Pada saat yang bersamaan, komunikasi nirkabel optik (OWC) juga berkembang pesat dari tahun ketahun. Teknologi komunikasi dapat

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengirimkan informasi pada kecepatan data hingga beberapa Gbps dan pada jarak ribuan kilometer. Hal ini yang mendasari munculnya ide *Intersatellite Optical Wireless Communication* (ISOWC).

*Inter Satellite-Optical Wireless Communication* (ISOWC) adalah *hybrid* teknologi dari sistem *Optical Wireless Communication* (OWC) yang memanfaatkan teknologi komunikasi *wireless* dan sistem komunikasi optik dengan melakukan pertukaran informasi melalui satelit untuk menghasilkan *bandwidth* yang tinggi, *loss* yang kecil, dan daya yang kecil untuk sistem komunikasi jarak jauh (*Long Haul*) [2]. ISOWC memberikan sinyal transmisi sinyal cahaya pada ruang hampa udara dengan atenuasi pengiriman data yang kecil, sehingga menghasilkan tingginya kecepatan data yang dikirim hingga jarak ribuan kilometer [3].

Beberapa tahun belakangan ini, ISOWC menjadi topik yang banyak diteliti oleh para pakar peneliti dunia, dan perkembangan ISOWC ini menjadi sangat pesat. Penelitian tentang performa ISOWC telah dilaksanakan, dimana sistemnya mampu memberikan hasil BER  $1,6803 \times 10^{-41}$  dan Q-Faktor 13,4289 menggunakan format modulasi NRZ serta menghasilkan BER  $2,8934 \times 10^{-25}$  dengan menggunakan format modulasi RZ. Berdasarkan hasil itu bisa dikatakan baik jika kita mengacu pada standar BER  $10^{-12}$  dan Q-Faktor 6 hingga jarak 1.700 Km [5]. Pada penelitian lain, sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) 32 kanal diintegrasikan pada sistem *Inter-Satellite Optical Wireless Communication* (ISOWC). *Hybrid* sistem tersebut (dengan penerapan DWDM) mampu meningkatkan jarak transmisi sistem hingga jarak 5.000 km [6]. Perkembangan *hybrid system* DWDM ISOWC telah dilakukan pada penelitian lain dengan menambahkan *Loop Control* dan EDFA, sehingga pada sistem tersebut dapat memberikan hasil performa yang lebih baik sehingga mendapatkan jarak 10.000 Km, dengan *bitrate* 5 Gbps (Gigabyte Per Second) [7]. Pada penelitian lain lagi telah dilakukan *Hybrid* sistem ISOWC dengan Ultra DWDM (UDWDM). Dengan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*channel spacing* yang lebih kecil daripada sistem DWDM, penggunaan UDWDM mampu meningkatkan *bitrate* hingga 40 Gbps [2].

Pengembangan sistem DWDM ISOWC terus dilakukan oleh para pakar peneliti sehingga ditemukan sebuah penelitian yang menggabungkan sistem DWDM ISOWC dengan menggunakan arsitektur *Passive Optical Network* (PON) dalam mendistribusikan *triple play service* (suara, data, dan video) antar beberapa satelit. Sistem DWDM ISOWC pada penelitian sebelumnya hanya dapat mencapai jarak 10.000 km dan *bitrate* 5 Gbps [7], *hybrid system* DWDM ISOWC dengan arsitektur PON dapat meningkatkan jarak transmisi hingga 12.000 km dan meningkatkan *bitrate* 20 Gbps [8]. DWDM ISOWC pada penelitian [8] hanya mensimulasikan model sistem untuk pertransmisi sinyal antar dua satelit (*point to point*), belum menghubungkan ke beberapa satelit (*point to multi point*). Sementara teknologi *Passive Optical Network* (PON) dengan arsitektur *point to multipoint*-nya dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal ke beberapa satelit. Dengan adanya ribuan satelit yang terdapat baik di *Low Earth Orbit*, *Medium Orbit*, maupun *Geostationer Orbit*, arsitektur *point to multipoint* dapat memberikan solusi terhadap efisiensi.

Pada tahun 1995, PON mengalami perkembangan yang sangat besar, dari *ATM over Passive Optical Network* (APON) sampai dengan yang terbaru saat ini yaitu *Next Generation Passive Optical Network* (NG-PON). NG-PON digadang sebagai sebuah teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan teknologi kedepannya dan memiliki *bandwidth* yang besar, di standarisasi oleh ITU-T dalam ITU-T Rec. G.989.1. Kecepatan akses NGPON ini dapat mencapai 40 Gbps [9].

Beberapa peneliti telah melakukan analisis performansi sistem PON dengan menggunakan beberapa teknik modulasi. Pada penelitian analisa kinerja modulasi pada sistem G-PON dengan menggunakan format modulasi berbeda-beda. Format modulasi yang digunakan CSRZ, DRZ, dan MDRZ pada tingkat *bit rate* 2 Gb/s dan 2.5 Gb/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa format modulasi MDRZ



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

memiliki nilai  $Q$  yang lebih baik dan memberikan kinerja yang optimal dari pada modulasi CSRZ dan DRZ, sehingga format modulasi MDRZ cocok untuk transmisi jarak jauh [10]. Kemudian pada penelitian yang lain, menganalisis kinerja sistem WDM-PON *bidirectional* dengan menggunakan format modulasi RZ, NRZ, CSRZ, dan MDRZ. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa kinerja sistem WDM-PON *bidirectional* yang terbaik dicapai oleh model sistem dengan menggunakan format modulasi MDRZ, dimana sistem tersebut mampu mencapai jarak transmisi hingga 120 km. Berdasarkan 2 penelitian sebelumnya, format modulasi MDRZ yang diterapkan pada GPON dan WDM-PON mampu memberikan capaian transmisi yang lebih jauh dibandingkan dengan format modulasi yang lain [11].

Sampai dengan sekarang belum ditemukan publikasi *Hybrid* sistem ISOWC UDWDM dengan arsitektur NGPON. Dengan kemampuan UDWDM yang dapat meningkatkan jarak transmisi dan kapasitas kanal, dan kemampuan NGPON yang dapat mencapai *bitrate* hingga 40 Gbps maka pengusul proposal tertarik untuk merancang *hybrid system* UDWDM – NGPON pada sistem ISOWC dengan harapan dapat meningkatkan jarak transmisi ISOWC hingga jarak melebihi 15.000 km dan *bitrate* 40 Gbps.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana performansi sistem UDWDM – NGPON pada *Inter Satellite Optical Wireless Communication* menggunakan format modulasi MDRZ.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah menganalisis performansi sistem UDWDM – NGPON pada *Inter Satellite Optical Wireless Communication* menggunakan format modulasi MDRZ.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

#### 14. Batasan Masalah

Agar penulisan ini lebih terarah dan tujuan yang diharapkan tercapai, maka ditetapkan beberapa batasan masalah penelitian, yaitu :

1. Teknik modulasi yang digunakan MDRZ.
2. *Channel spacing* 25 GHz dan 50 GHz.
3. *Bit rate* yang digunakan 10, 20 dan 40 Gbps.
4. Split ratio yang digunakan 1:2 hingga 1:64
5. Pemodelan sistem dan simulasi menggunakan *software optisystem*.

#### 15. Manfaat Penelitian

Dengan menggabungkan *Hybrid* sistem UDWDM (yang dapat meningkatkan jarak transmisi dan kapasitas kanal) dengan NGPON (yang dapat mencapai *bitrate* hingga 40 Gbps), diharapkan jarak transmisi sistem ISOWC dapat melebihi 15.000 km dan *bitrate* 40 Gbps. Sehingga saluran antar satelit yang satu dengan satelit lainnya bisa lebih jauh dan kapasitasnya menjadi lebih besar.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Perkembangan ilmu teknologi informasi dan komunikasi *wireless* telah berkembang sangat pesat dengan meningkatnya permintaan pelayanan komunikasi *Long Haul* atau dikenal juga dengan komunikasi jarak jauh. Sehingga hal ini memaksa tersedianya komunikasi *wireless* yang mampu memenuhi keinginan konsumen dalam hal kualitas dan kuantitas jaringan. Sebuah teknologi optik yang memanfaatkan komunikasi *wireless* dan menyediakan kecepatan transmisi yang tinggi dan tahan terhadap interferensi, dapat juga disebut dengan Sistem *Optical Wireless Communication* (OWC) [2]. Sistem OWC digunakan untuk memperkecil *loss* meningkatkan *bandwidth* sistem dan mentransmisikan *bit rate* yang tinggi [3].

Navjot (2015) melakukan penelitian terkait terhadap sistem *Inter Satellite-Optical Wireless communication* (IS-OWC) yang menyatakan bahwa dia memakai jarak transmisi sejauh 1700 km dan *bit rate* 3 Gbps pada panjang gelombang 980 nm dengan memakai modulasi RZ dan NRZ. Dan dari penelitian Navjot inilah performa yang bisa dihasilkan baik hingga jarak 1700 km dan *bit rate* 3 Gbps, panjang gelombang yang dihasilkan sebesar 980 nm. Dan dari penelitian ISOWC inilah didapatkan bahwa modulasi NRZ mempunyai performa yang lebih baik dari pada RZ [5].

Sarath (2016) juga melakukan penelitian terhadap sistem yang sama yaitu IS-OWC juga dengan memakai jarak yang berbeda dari yang sebelumnya, dengan memakai jarak 5000 km dan *bit rate* 10 Gbps dan mempunyai panjang gelombang sebesar 1550 nm, menggunakan berbagai modulasi dan filter. Dan dari penelitian ini didapatkanlah kesimpulan performansi dari modulasi NRZ itu lebih baik dibandingkan dengan modulasi yang lain (Q-faktor 6.72) [12].

Para peneliti yang lalu melakukan riset terhadap sistem *Inter-Satellite Optical Wireless Communication* (IS-OWC) tanpa menggunakan sistem *Dense*





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*, kemudian dilakukan integrasi pada sistem tersebut. Sistem *Inter-Satellite Optical Wireless Communication (IS-OWC)* digabungkan menggunakan sistem *Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*.

*Prabhdeep Kaur (2015) meneliti bahwa kalau mensimulasikan sistem DWDM 32 kanal dengan daya input yang tidak sama maka panjang gelombang 1550 nm dan bit rate 10 Gbps dapat memakai modulasi RZ dan NRZ, dapat menghasilkan 5000 km dari penggunaan sistem tersebut [6].*

Tidak puas dengan penelitian sebelumnya yang dia dilakukan, *Prabhdeep Kaur* melakukan riset menggunakan DWDM kembali dengan mencoba menambahkan *Loop Control* pada kana ISOWC untuk meningkatkan jarak transmisi 10000 km dan *bit rate* 10 Gbps pada panjang gelombang 1550 nm. Pada rancangan ini dia memakai penguat EDFA untuk DWDM 32 kanal. Penelitian ini didapatkan BER sebesar  $2.65 \times 10^{-312}$  dan *Q-factor* sebesar 37,5 [7].

*Manpreet kaur (2017) melakukan riset mengenai DWDM memakai 64 kanal dengan menggunakan 3 teknik modulasi CSRZ, DRZ, MDRZ (AMI), menggunakan bit rate 10, 20, dan 40 Gbps, atenuasi memakai 0,14 dB/km dan channel spacing 50 Ghz pada jarak 250 km menggunakan daya input minimum 30 dBm. Dari hasil penelitian ini ketahuan bahwa pada bit rate 10 dan 20 Gbps lebih baik modulasi CSRZ, dan jika memakai bit rate 40 Gbps maka yang lebih baik modulasi MDRZ (AMI) [3].*

Modulasi sangat berpengaruh dalam pengiriman sinyal informasi yang baik dalam sistem komunikasi. Dan modulasi juga mempunyai kelemahan modulasi pada sistem dapat mempengaruhi dengan laju kesalahan data [13]. *Harjasleen Kaur (2017) pada tahun yang sama dia meneliti tentang Study of Advanced Intensity and Phase Modulation Formats for Is-OWC DWDM System. Penelitian dia ini membahas hampir sama dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan CSRZ, MDRZ dan DPSK, DWDM 64 kanal dan bit rate 10, 20 dan 40 Gbps. Dan didapatkan dari penelitian ini bahwa teknik modulasi yang baik DPSK karena bit error rate (BER) sebesar  $4,94 \times 10^{-324}$  [14].*

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Harinderpal Singh (2017) melakukan riset tentang *Performance Analysis of Next Generation High Capacity Ultra Dense Wavelength Division Multiplexing (UDWDM) Based on Inter-Satellite Optical Wireless Communication (OWC)*. Penelitian ini menggunakan *ultra dense division multiplexing (UDWDM)* 64 kanal, memakai *channel spacing* 25 Ghz dan daya input minimum 12 dBm pada jarak 15000 km dan panjang gelombang yang digunakan 1550 nm dan *bit rate* 20 Gbps memakai 2 teknik modulasi CSRZ dan AM, untuk penggunaan modulasi CSRZ memakai *downlink* sedangkan untuk modulasi AM memakai *uplink*. Dan *bit error rate (BER) downlink* pada CSRZ  $1,36 \times 10^{-13}$  dan AM *uplink*  $1,2406 \times 10^{-11}$  [2].

Pada saat ini belum ditemukan publikasi *Hybrid* sistem ISOWC UDWDM dengan arsitektur NGPON. Dengan kemampuan UDWDM yang dapat meningkatkan jarak transmisi dan kapasitas kanal, dan kemampuan NGPON yang dapat mencapai *bitrate* hingga 40 Gbps maka penulis tertarik untuk merancang *hybrid system UDWDM – NGPON* pada sistem ISOWC dengan judul **Performansi System UDWDM Dengan Arsitektur NGPON Pada ISOWC** dengan tujuan dapat meningkatkan jarak transmisi ISOWC hingga jarak melebihi 15.000 km dan *bitrate* 40 Gbps.

Keterkaitan hubungan dengan penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Keterkaitan hubungan dengan penelitian

Referensi	Sistem	Metode
6	DWDM	<i>Bit Rate</i> = 10 Gbps
		<i>Power</i> = 10,20, 30 dBm
		<i>Range</i> = 5000 Km
7		<i>Bit Rate</i> = 10 Gbps
		<i>Power</i> = 10 dBm
		<i>Range</i> = 10000 Km
		Dengan menambahkan <i>Loop Control</i>
2	UDWDM	<i>Bit Rate</i> = 10, 20, 40 Gbps
		<i>Power</i> = 30 dBm

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8	DWDM PON	<i>Frequency spacing = 50 GHz</i>
		<i>Bit Rate = 20 Gbps</i>
		<i>PON = point to Point</i>
		<i>Power = 20 dBm</i>
Penelitian usulan saya	UDWDM NGPON	<i>Split ratio = 1 : 2</i>
		<i>NGPON = Point to Multipoint</i>
		<i>Bit Rate = 20 Gbps</i>
		<i>Frequency spacing = 25 - 50 GHz</i>

Jadi, perbedaan penelitian yang saya lakukan dengan penelitian sebelumnya adalah dari segi, *Channel Spacing*, *Bit Rate*, dan Pengembangan *split ratio* pada UDWDM NGPON.

#### 2.2. Intersatellite Link

Antara satelit dengan satelit lain bisa dikatakan sebagai hubungan antar satelit (*intersatellite link*) digunakan untuk beberapa sistem satelit Iridium, *Tracking and Data Relay Satellite System* (TDRSS) dan *National American Space Agency* (NASA) untuk menghubungkan satelit diperlukan adanya sinyal RF. Tetapi, dengan adanya *Optical Link* telah menjadi bukti bahwa *bit rate* yang lebih baik dan efisiensi yang lebih baik dari pada menggunakan sinyal RF. Dan karena itu satelit yang lama menggunakan sinyal RF diganti dan dipasangkan dengan teknologi OWC *intersatellite link*, contoh satelit yang telah dipasangkan teknologi ini adalah satelit Artoda milik *European Space Agency* (ESA) dan satelit Kirari Jepang.

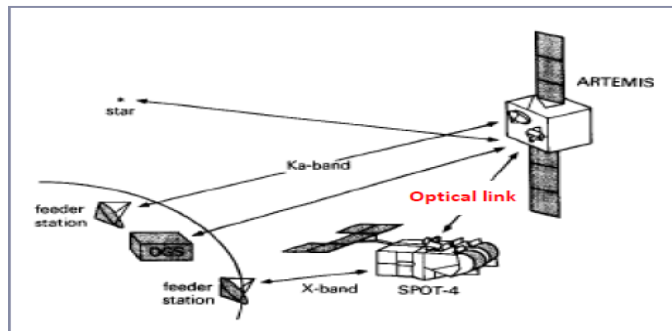
Teknologi pertama dalam komunikasi *intersatellite* yang menggunakan optik terjadi pada Maret tahun 2003 itu terjadi pada Artemis dan satelit Prancis bernama *Satellite Pour L'Obsevation De La Terre 4* atau SPOT-4. Komunikasi Artemis ke SPOT-4 dilakukan dengan cara data *bit rate* 50 Mbps, panjang gelombang 850 nm, dan daya sinyal optik 120 mW. Artemis diletakkan pada orbit GEO, dan SPOT-4 diletakkan pada orbit LEO pada ketinggian 832 km. Pada 2 tahun berikutnya tepatnya di Desember 2005, komunikasi full-duplex antara



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Artemis dan Kirari telah berhasil dilakukan. Gambar berikut menunjukkan hubungan komunikasi optik antara Artemis dan SPOT-4 [17][18].

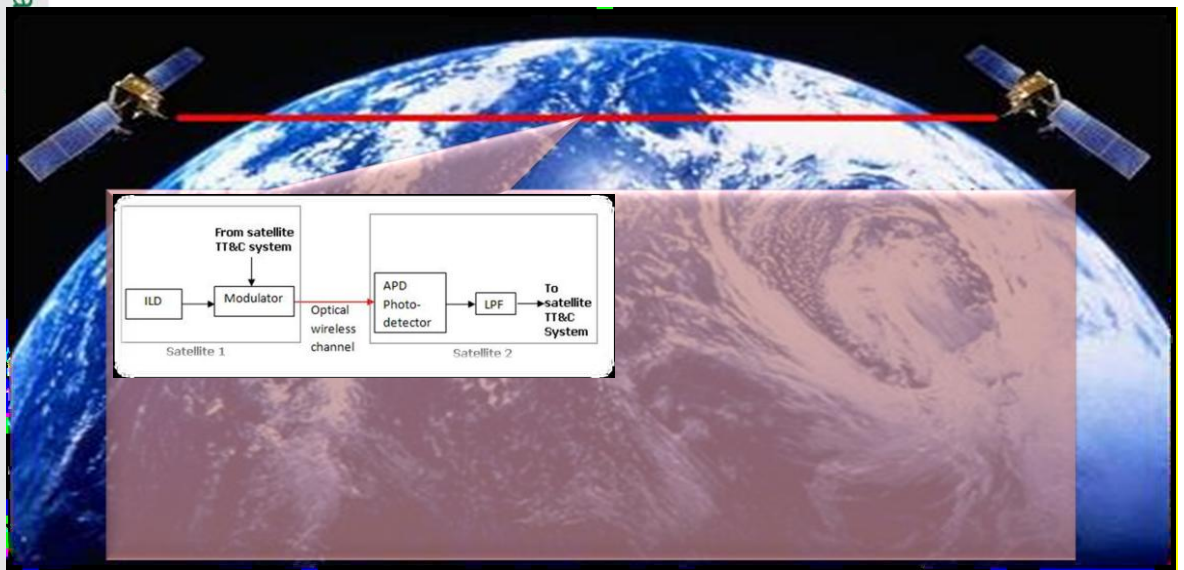


Gambar 2.1. *Intersatellite Optical Link* antara Artemis dan SPOT-4 [17].

### 2.3. *Inter Satellite Optical Wireless Communication (ISOWC)*

*Inter Satellite Optical Wireless Communication (ISOWC)* adalah suatu sistem komunikasi optik dan *wireless* yang digunakan untuk menghubungkan antar satelit satu dan lainnya, yang berada di dalam orbit maupun di luar orbit. Dalam hal proses pentransmisian data ISOWC dengan mengandalkan kecepatan cahaya  $3 \times 10^8$  m/s dapat mengirim suatu data tanpa adanya *delay* yang besar dan atenuasi yang minimal, karena berada di ruang hampa udara [19].

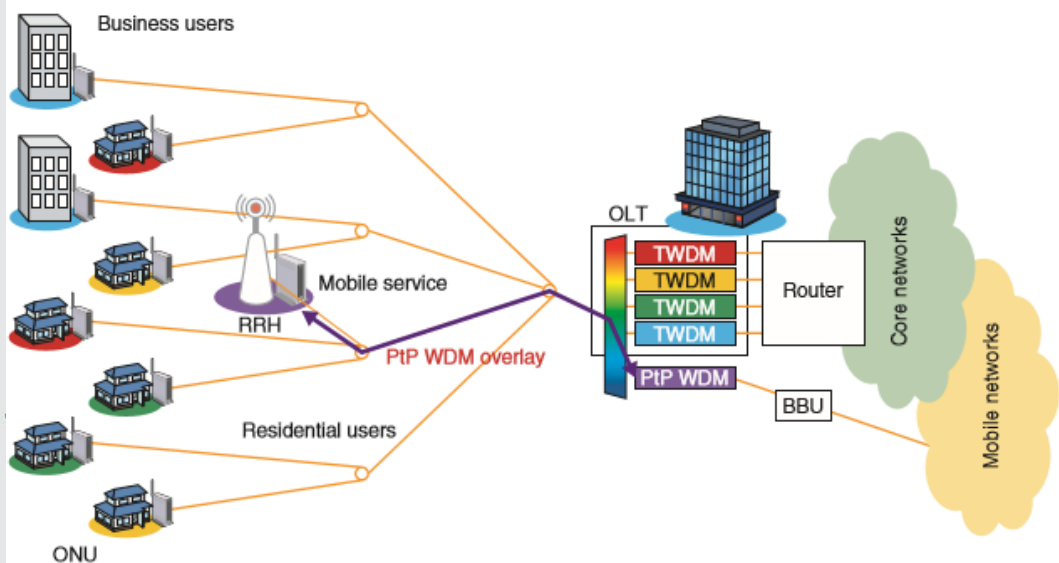
*Optical link* mempunyai keuntungan dalam hal mampu mengirimkan data dengan kecepatan yang cepat untuk jarak yang sangat jauh dengan memakai muatan yang kecil. Dengan memakai muatan yang kecil tersebut maka massa dan daya satelit itu tersendiri jauh berkurang. OWC sangat bagus digunakan dengan penggunaan panjang gelombang link OWC dapat menghasilkan rugi-rugi yang sangat kecil dan sistem *tracking*-nya sangat akurat. Gambar berikut menampilkan blok diagram sistem dasar dari ISOWC [17][18].



Gambar 2.2. Blok Diagram Sistem Dasar ISOWC[17].

## 2.4 Next Generation Passive Optical Network (NGPON)

*Next Generation Passive Optical Network* (NGPON) merupakan teknologi jaringan optik berbasis arsitektur PON yang distandarkan ITU-T G.989 mempunyai keunggulan dari segi arsitektur NG-PON mengintegrasikan *multi service* ke dalam satu jaringan, baik radio maupun layanan *fixed line*. Gambar berikut menampilkan arsitektur umum jaringan NGPON [20].

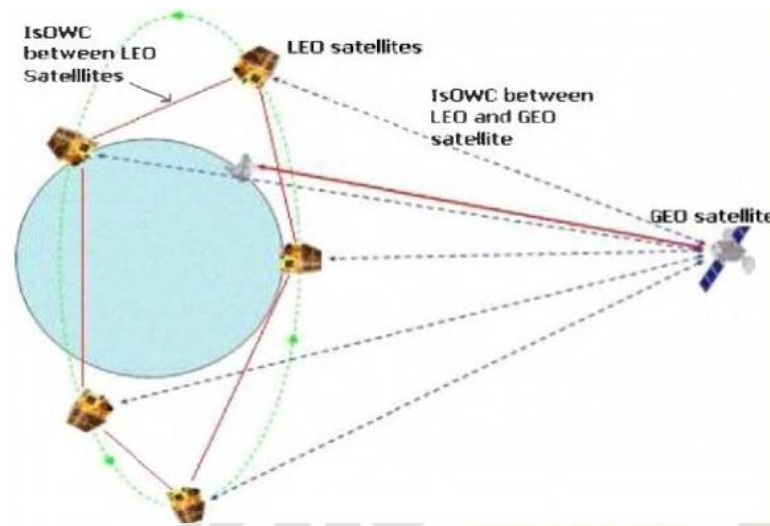


Gambar 2.3 Arsitektur Umum Jaringan NGPON [20].

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jarak maupun konfigurasi yang terletak antar satelit dapat didisain dengan menggunakan PON maupun NGPON, berikut contoh Gambar 2.4 berikut [18]:



Gambar 2.4 Konfigurasi Inter Satellite Optical Wireless Communication dengan Arsirektur PON ataupun NGPON [18]

### 2.5 Power Link Budget

*Power Link Budget* menyangkut tentang perhitungan suatu daya yang diterima sistem pada *transmitter* sampai *receiver*. *Power link budget* mempunyai daya terima resultan sinyal dari degradasi level daya sinyal *input* yang terjadi akibat redaman serta penguatan (*gain*) penerima serta pemancar [17][18].

Rumus 2.1 *Power Link Budget* :

$$P_R = P_{in} - \text{Total loss} + \text{Total Gain}$$

Dimana:

- $P_{in}$  : Daya Input
- Total loss : Jumlah *loss* semua komponen yang terdapat dalam sistem
- Total Gain : Jumlah Gain yang terdapat dalam komponen system

### 2.6 Bit Error Rate (BER)



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Parameter performansi yang paling umum untuk jaringan digital adalah *Bit Error Rate* (BER). *Bit error rate* merupakan sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah atau sebaliknya, kemudian dibagi dengan sejumlah *bit* yang diterima atau dikirim atau diproses selama beberapa periode yang telah ditetapkan. Biasa didefinisikan sebagai perbandingan jumlah kesalahan *bit* ( $N_E$ ), dengan jumlah *bit* total ( $N_T$ ) yang dikirim selama selang waktu tertentu. Dapat ditulis dalam persamaan matematis sebagai berikut: [21]

Rumus 2.3 *Bit Error Rate* (BER) :

$$BER = \frac{N_E}{N_T}$$

$$BER \text{ DWDM} = 10^{-12}$$

Dimana :

$N_E$  : Jumlah bit yang salah

$N_T$  : Jumlah bit yang diterima

### 2.7 Quality Faktor

Q-Faktor adalah faktor kualitas yang akan menentukan bagus atau tidaknya kualitas suatu *link* WDM. Dalam sistem komunikasi serat optik khususnya WDM, minimal ukuran Q Faktor yang bagus adalah 7, atau  $10^{-12}$  dalam *Bit Error Rate* (BER) [22].

### 2.8 Perangkat Lunak *Optisystem*

*Optisystem* adalah sistem *simulation tool* yang sangat inovatif dan dapat digunakan untuk mendesain atau melakukan pemodelan sistem, pengujian, dan optimasi jaringan optik secara virtual mulai dari jaringan video analog *broadcasting* sampai dengan jaringan *backbone*. *Optisystem* merupakan program simulasi yang dapat berdiri sendiri dan tidak tergantung kepada program simulasi yang lain. *Optisystem* juga berbasis pada pemodelan sistem komunikasi *optic*

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

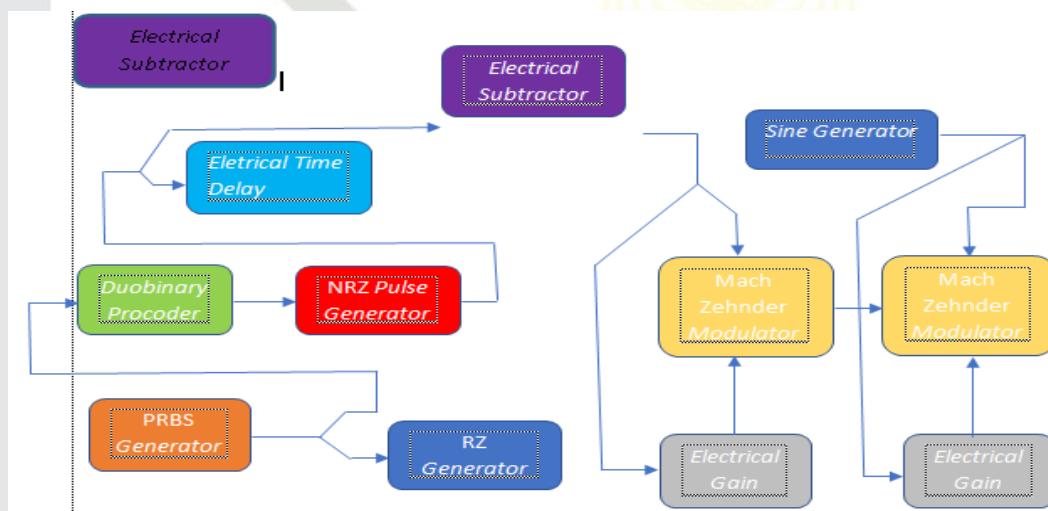
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang bersifat nyata dan mempunyai kemudahan dalam penambahan komponen dan dilengkapi dengan *interface* ke program simulasi yang lain seperti Matlab. Disamping itu *Optisystem* dilengkapi dengan *Graphical User Interface* (GUI) yang menyeluruh yang terdiri dari *project layout*, komponen *netlist*, model komponen dan tampilan grafik. *Library Optisystem* terdiri dari komponen aktif dan pasif yang tergantung kepada parameter *wavelength*. Parameter *sweep* memudahkan pengguna dalam meneliti pengaruh dari *device* tertentu terhadap performansi sistem [23].

### 2.9 Modified Duobinary Return Zero (MDRZ)

Teknik modulasi MDRZ yang mana sinyal MDRZ dihasilkan oleh metode yang serupa dari modulasi RZ. Kebangkitan sinyal listrik sinusoidal dengan frekuensi 40 GHz terhubung pada kedua modulator *Mach-Zehnder* (MZM) yang memiliki setengah dari *bit rate* yang akan menunjukkan pergeseran fasa  $-90^\circ$  antara dua bit yang berdekatan untuk slot waktu yang berdekatan[24].



Gambar 2.5 Blok Diagram Modulasi *Modified Duobinary Return To Zero* (MDRZ) [24]

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat laporan penelitian sehingga langkah yang dilakukan lebih terarah dan tepat karena memiliki konsep yang jelas. Penelitian ini masuk ke dalam kategori penelitian kuantitatif, perancangan dan hasil rancangan dianalisis secara matematis. Parameter yang akan dihitung dan dianalisis pada penelitian ini adalah nilai *Bit Error Rate* (BER), dan *Power Link Budget*.

### 3.2 Tahapan Penelitian

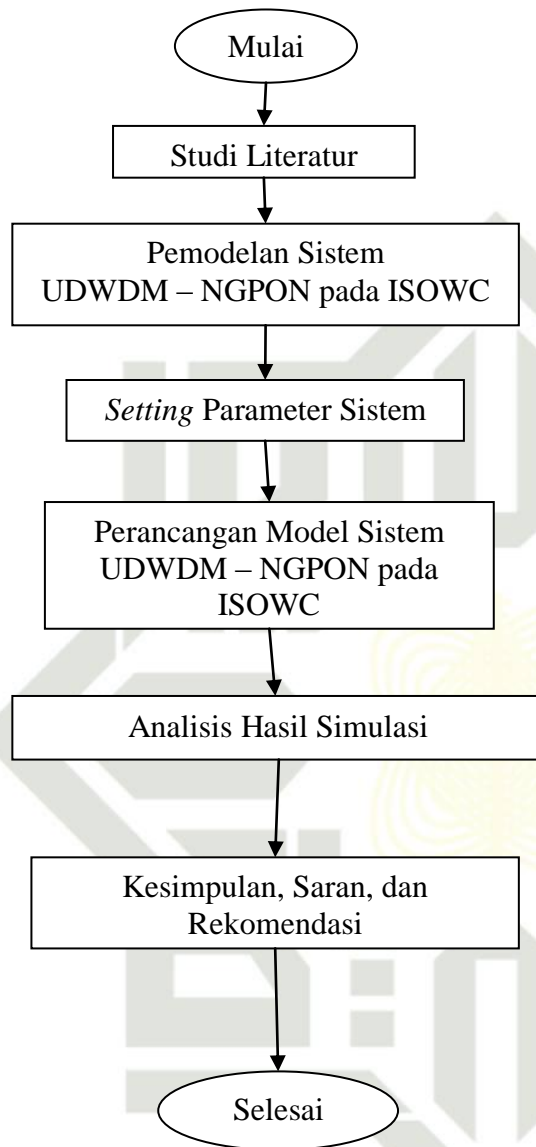
Penelitian ini akan diselesaikan melalui beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan model sistem UDWDM – NGPON ISOWC, simulasi model sistem, analisis hasil simulasi, dan penarikan kesimpulan. Gambar 3.1 akan menunjukkan gambaran *flowchart* tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini.

Langkah awal penelitian ini adalah studi literature dengan melakukan *literature review* untuk mendapatkan masalah penelitian, rumusan masalah, dan tujuan penelitian. Tahap selanjutnya adalah merancang model *hybrid* sistem dasar (melakukan pemodelan) UDWDM – NGPON pada sistem ISOWC. Hasil rancangan model *hybrid* sistem disimulasikan dengan menggunakan software Optisystem. Tahapan akhir dari pada penelitian ini adalah akan dilakukan analisis terhadap hasil simulasi, sehingga peneliti mampu menarik sebuah kesimpulan, memberi saran penelitian selanjutnya, dan memberikan rekomendasi bagi pihak yang membutuhkannya.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

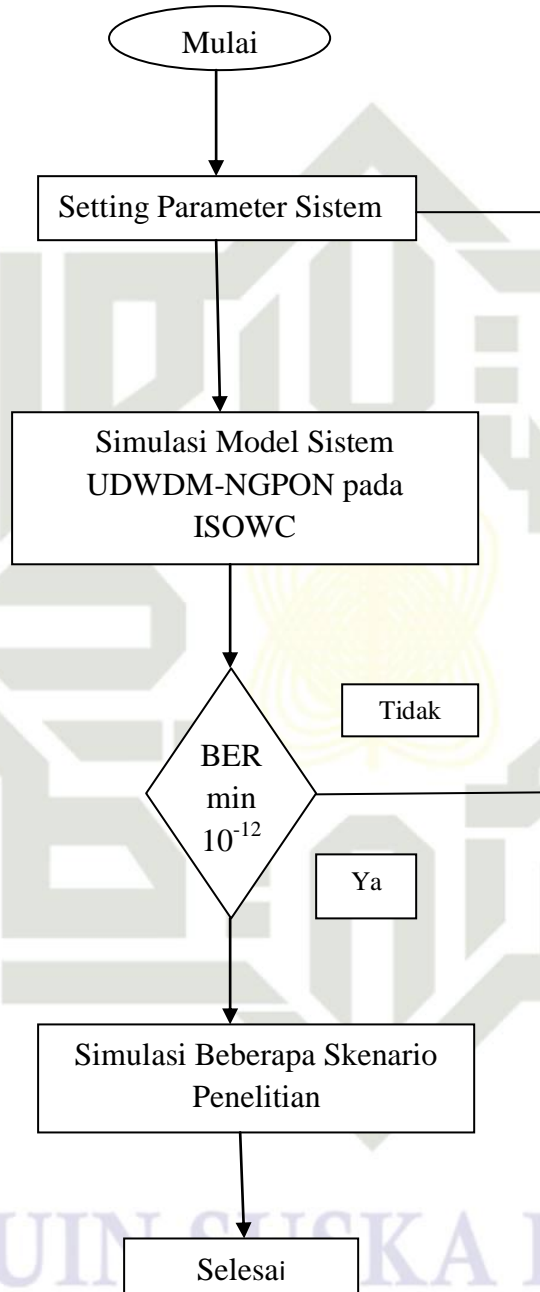
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Alur Tahapan Perancangan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

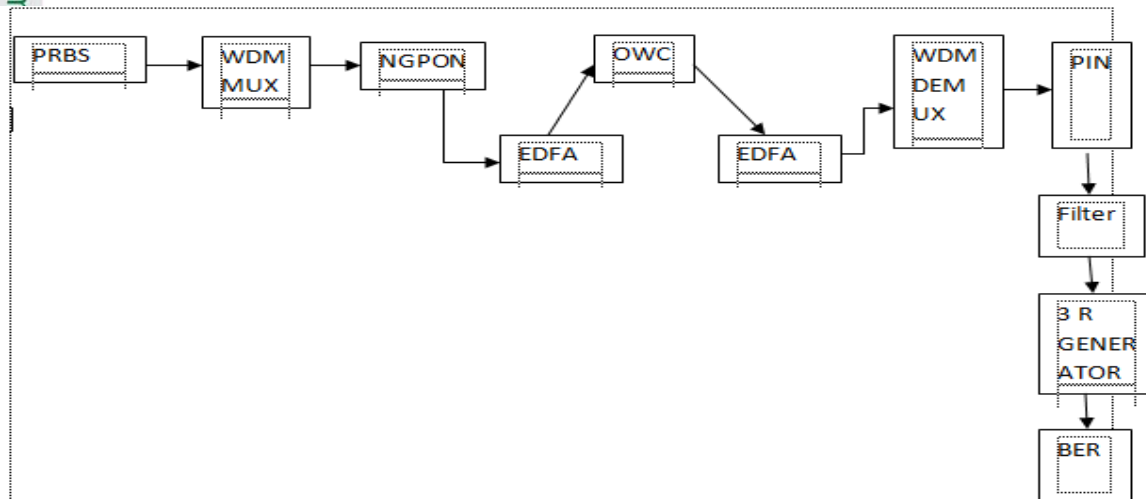
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Pemodelan Sistem

#### 3.3.1 Model Sistem DWDM-ISOWC Menggunakan Modulasi MDRZ



Gambar 3.3 Rancangan Model Sistem DWDM-ISOWC Menggunakan Modulasi MDRZ

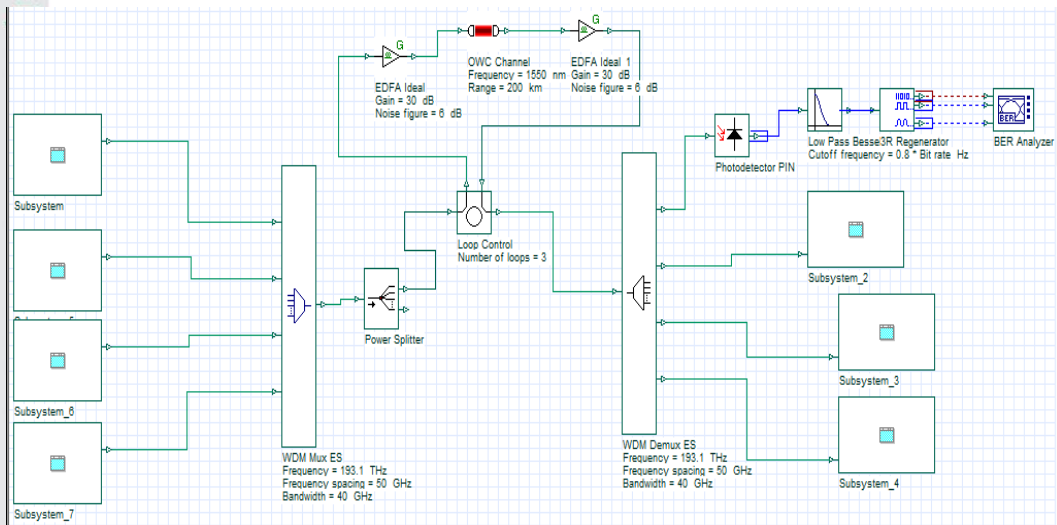
Dalam penelitian ini, model *hybrid* sistem jaringan UDWDM – NGPON pada sistem *Inter satellite Optical Wireless Communication* (IS-OWC) dirancang dan dimodelkan dengan menggunakan *software optisystem*. *Software* ini akan membantu peneliti dalam memodelkan dan mensimulasikan model sistem. *Optisystem* merupakan perangkat lunak (*software*) yang komprehensif yang mana memungkinkan *user* untuk merancang, menguji, dan mensimulasikan jaringan optik modern. Di samping itu, *optisystem* juga dilengkapi dengan *virtual instrument*, sehingga peneliti mampu melakukan penelitian tanpa kesusahan bahkan dipermudah oleh ketersediaan peralatan (*tools*).

UIN SUSKA RIAU

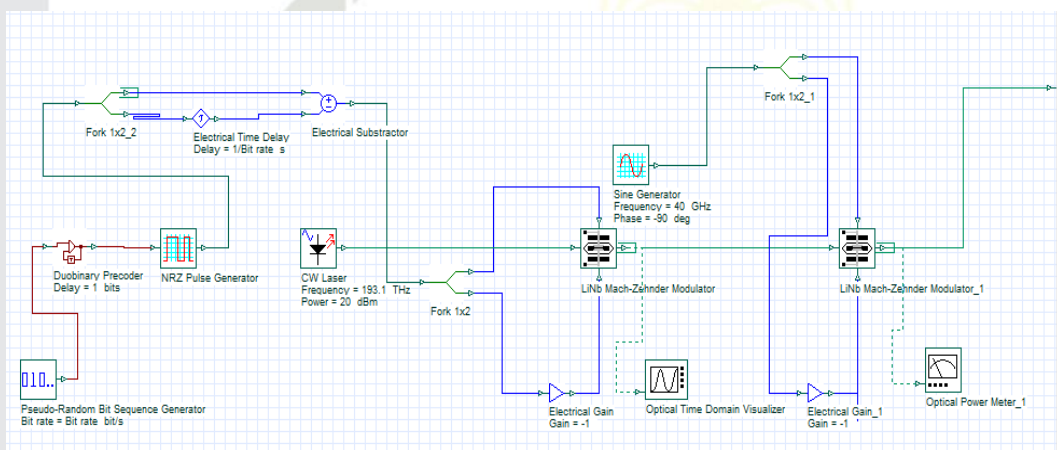


### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4 Model Sistem DWDM-ISOWC menggunakan NGPON



Gambar 3.5 Model Subsystem *Optical Line Terminal* (OLT)

Secara umum, ada 3 buah komponen utama pada sistem, yaitu bagian *transmitter*, kanal transmisi, dan *receiver*. Pada bagian *transmitter*, sinyal informasi dihidupkan dengan *Pseudo Random Bit Sequence* (PRBS), lalu diteruskan ke *modulator*. Sinyal informasi yang telah dimodulasi dari *modulator* akan diteruskan ke modulator optik *Mach Zehnder Modulator* (MZM) yang akan memodulasikan sinyal informasi elektrik dengan sinyal optik keluaran dari *Light*

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

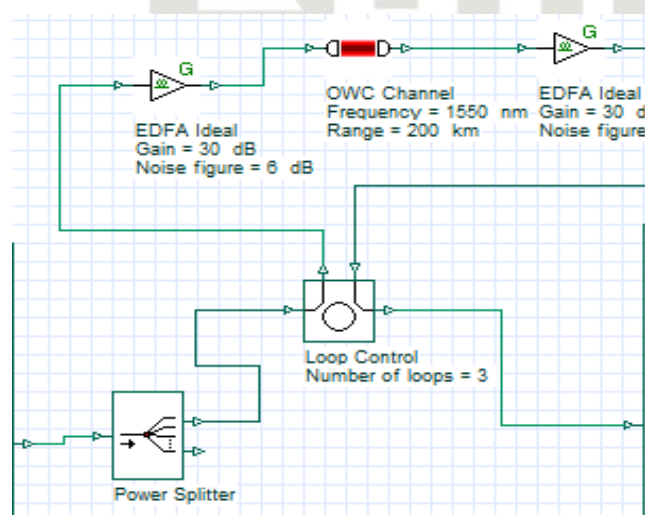
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER). Sinyal optik keluaran dari modulator MZM akan dimultiplekskan menggunakan UDWDM Multiplexer yang fungsinya menggabungkan beberapa buah sinyal informasi untuk mendapatkan kapasitas yang besar. Sinyal keluaran dari WDM multiplexer selanjutnya diteruskan ke kanal *Optical Wireless Communication* (OWC).

Pada bagian *Receiver*, sinyal keluaran dr kanal OWC di-demultiplex dengan AWG Demultiplexer. Sinyal keluaran dari demultiplexing, diteruskan ke *Photodetector* yang gunanya untuk mendeteksi sinyal cahaya dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sinyal keluaran dari *Photodetector* akan didemodulasi, di-filter menggunakan *Low Pass Bessel filter*. *BER analyzer* dihubungkan ke keluaran *Low Pass Bessel filter*, untuk mengetahui berapa besar dampak *error* (kesalahan) yang dihasilkan dalam pengiriman sinyal informasi.

Penggunaan teknik modulasi ini memegang peranan sangat penting dalam mengirim sinyal informasi, karena dapat mempengaruhi laju kesalahan data [8]. Sehingga pada penelitian ini akan dirancang 4 buah model *hybrid* sistem dengan format modulasi yang berbeda-beda. Format modulasi yang digunakan pada penelitian ini adalah format modulasi MDRZ.



Gambar 3.6 Model Sistem NGPON

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sebelum proses simulasi, terlebih dahulu harus dilakukan *set-up* parameter. Tabel-tabel berikut menampilkan parameter *set up* model sistem yang digunakan dalam proses simulasi nantinya.

Tabel 3.1 Parameter *Set up* Model Sistem

Komponen	Parameter	Nilai	Satuan
PRBS	<i>Bit Rate</i>	10,20, dan 40	Gbps
CW LASER	Daya Input	0-40	dBm
	Panjang Gelombang	1550	Nm
WDM MUX	<i>Frequency Spacing</i>	25-50	GHz
OWC Channel	<i>Range</i>	200-15000	Km
WDM DEMUX	<i>Frequency Spacing</i>	25-50	GHz
Photodetector	<i>Gain</i>	3	

Setelah proses *setting* parameter selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses simulasi model sistem.

### 3.4 Simulasi Model Sistem

Pada tahapan ini, model *hybrid* sistem akan disimulasikan dengan menggunakan Optisystem. Tahap awal simulasi adalah proses verifikasi. Proses verifikasi sangat penting dilakukan, untuk memvalidasi bahwa hasil desain telah memenuhi performa yang telah distandarkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU). Parameter performansi yang akan digunakan sebagai indikator pada tahap verifikasi ini adalah parameter *Bit Error Rate* (BER), dimana model sistem harus memiliki nilai BER yang lebih baik dari  $10^{-12}$  sebagai syarat utama untuk dapat mensimulasikan dengan beberapa skenario.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

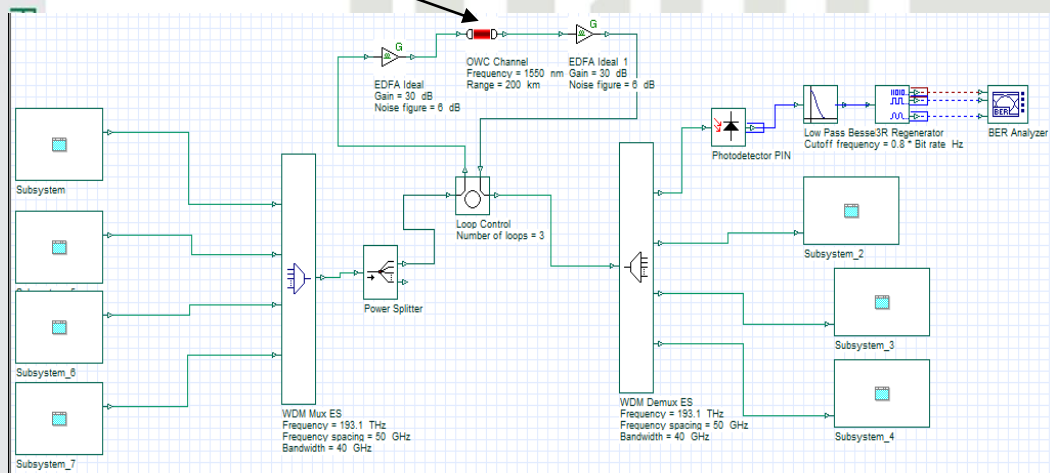
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Skenario Penelitian

#### 3.5.1 Penentuan Jarak Transmisi Jarak Maksimum

Di skenario penelitian ini telah dilakukan penentuan pada model sistem jaringan dengan iterasi jarak 200 km sampai 15.000 km. Pada Gambar 3.6 penentuan iterasi jarak maksimum.

Iterasi jarak OWC 200 km



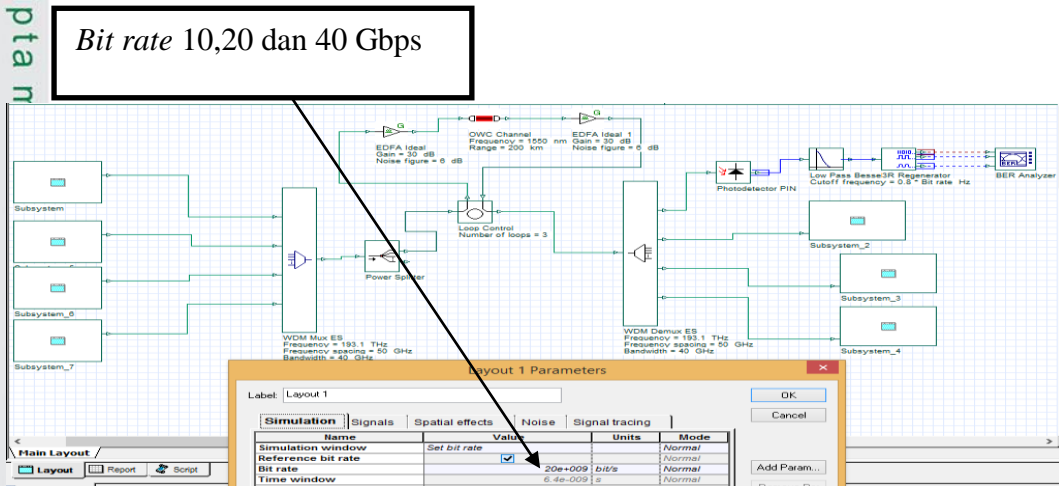
Gambar 3.7 Penentuan Iterasi Jarak Transmisi Maksimum

#### 3.5.2 Pengaruh Bit Rate Terhadap Jarak Transmisi

Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh *bit rate* terhadap suatu jarak transmisi yang ada pada sistem. Berikut dapat dilihat model sistem yang digunakan pada pengaruh *bit rate* terhadap jarak transmisi maksimum. Pengujian dilakukan dengan penggunaan *bit rate* 10,20 dan 40 Gbps.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.8 Pengaruh *Bit Rate* Terhadap Jarak Transmisi

### 3.6 Analisis Hasil Simulasi

Hasil simulasi akan ditampilkan dalam berbentuk grafik. Dari skenario pertama akan didapatkan grafik perbandingan *bit rate* 10 Gbps, 20 Gbps, dan 40 Gbps terhadap *Bit Error Rate* dan Q-Factor. Hasil dari skenario kedua akan didapatkan dengan grafik jarak transmisi (5000 km s.d. 20.000 km) terhadap *Bit Error Rate* dan Q-Factor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Pada penggunaan daya input 40 dBm menghasilkan jarak transmisi maksimum mencapai 37000 km. Dengan demikian, performansi sistem UDWDM NGPON pada ISOWC menggunakan format modulasi MDRZ dapat diimplementasikan untuk *extra long haul network*.

Semakin besar *Split Ratio* 1:64 yang digunakan maka jarak transmisi semakin pendek. Sebaliknya jika *Split ratio* 1:2 semakin kecil maka jarak transmisi semakin jauh..

3. Perhitungan *Power Link Budget* pada performansi sistem UDWDM NGPON pada ISOWC menggunakan modulasi MDRZ, daya yang diterima oleh *Photodetector* pada jarak jarak 14000 km sebesar 9,125 dBm.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk melakukan analisa perbandingan sistem ISOWC *point to multipoint* dengan teknik *multiplexing* lainnya, seperti *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) dan *Mode Division Multiplexing* (MDM).

UIN SUSKA RIAU





### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanti R. “*Dasar Sistem Komunikasi Optik Edisi Pertama*”. Riau: Daulat Riau. 2013.
- [2] H. Singh, “Performance Analysis of Next Generation High Capacity Ultra Dense Wavelength Division Multiplexing Based on Inter-Satellite Optical Wireless Communication”, *International Journal of Advanced Research in Science and Engineering*, Volume 6, Issue 8, Agustus. 2017.
- [3] M. Kaur dan M. S. Patterh, “Design and Analysis of Ultra High Capacity DWDM System with and without Square Root Module for Different Modulation Format”, *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Volume 8, No. 5, ISSN No. 0976-5697, May – June. 2017.
- [4] Kaur, Kavneet. “Investigasi On Inter-Satelit Optik Komunikasi Nirkabel”. Thapar University, Patiala, Punjab. India. 2017.
- [5] N. Kaur dan G. Soni, “Performance Analysis of Inter-Satellite Optical Wireless Communication System by Using NRZ and RZ Modulation”, *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 5, Issue 1, ISSN 2250-3153, Januari. 2015.
- [6] P. Kaur, A. Gupta, dan M. Chaudhary, “Comparative Analysis of Inter Satellite Optical Wireless Channel for NRZ and RZ Modulation Formats for Different Levels of Input Power”, *Procedia Computer Science*, Volume 58, Hal: 572-577, 2015.
- [7] P. Kaur, A. Gupta, dan J.Kaur, “Simulative Analysis of DWDM Systems Using Loop Control in Inter Satellite Optical Wireless Communication Channel for 10,000 km Long Distance Transmission”, *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications (ERCICA)*, Volume 2, Springer, India, 2016.
- [8] B. Singh dan H. Singh, “Performance Analysis of Next Generation Dense Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network (DWDM PON) Based on Inter-Satellite Optical Wireless Communication Employing Triple Play Services”, *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, Volume 6, Issue 8, Agustus. 2017.
- [9] 40 Gigabit Capable Passive Optical Networks 2 (NG-PON2): Physical Media Dependent (PMD) Layer Specification, ITU-T Recommendation G.989.2, 2019.
- [10] Gayatri, “Simulation of 2 Gbps GPON System Using CSRZ, MDRZ, and DRZ Modulation Format for Downstream Transmission”. Department of Electronics and Communication Engineering. CT Institute of Technology & Research. India. 2015.



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

- [1] Nisha, Rani. "Design and Implementation of Various Advanced Modulation Format Over 8-WDM Bidirectional PON", *International Conference of Recent Trends in Information and Communication Technologies (IRICT)*. Swami Vivekanad Institute & Technology. India. 2017.
- [2] Lucky Sharan. "Design and Simulation of Modified Duobinary Modulated 32 Channel DWDM Optical Link for Improved Non-Linear Performance" *Department of Electrical and Electronics Engineering, Birla Institute of Technology and Science, Pilani, India*, 2016.
- [3] A. Ananta, I. Santoso, dan A. A. Zahra, "Simulasi Perbandingan Kinerja Modulasi M-PSK dan M-QAM terhadap Laju Kesalahan Data pada Sistem Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)", Universitas Diponegoro Repository, 2009.
- [4] H. Kaur, "Study of Advanced Intensity and Phase Modulation Formats for IS-OWC DWDM System", *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences (IJETMAS)*, Volume 5, Issue 6, ISSN 2349-4476, Juni. 2017.
- [15] *Spectral Grids for WDM Applications: DWDM Frequency Grid*. ITU-T, Recommendation G.694.1, 2012.
- [16] *Multichannel DWDM Applications with Single-Channel Optical Interfaces*, ITU-T. Recommendation G.698.1, 2009.
- [17] A. Hasfiza, "Modelling Intersatellite Optical Wireless Communication System", Laporan Thesis, Universiti Teknologi Malaysia, 2009.
- [18] A. Hasfiza, F. Diana, dan A. Samah, "Modelling and Performance Study of Inter-Satellite Optical Wireless Communication System", *International Conference on Photonics (ICP) 2010*, IEEE Explore, 2010
- [19] Alfansyah, Rozi, "Analisa dan Optimasi Jaringan Fiber To The Building jalur STO Arengka – Puskom" Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2014.
- [20] S Ganga, Asha, dan Saija, "Design of Standardized Inter Satellite Optical Wireless Communication (IsOWC) System with Minimum Input Power", *Procedia Technology*, Volume 25, Hal: 567-573, Science Direct, Elsevier, 2016.
- [21] R. Kaur dan H. Kaur, "Comparative Analysis of Chirped, AMI and DPSK Modulation Techniques in IS-OWC System", *Optik*, Volume 154, Hal: 755-762, Februari. 2018.
- [22] Pramukti, Brian. "Evaluation of Performance NG-PON2 using Arrayed Waveguide Grating and Dispersion Compensation Fibre". Telkom University. 2016.

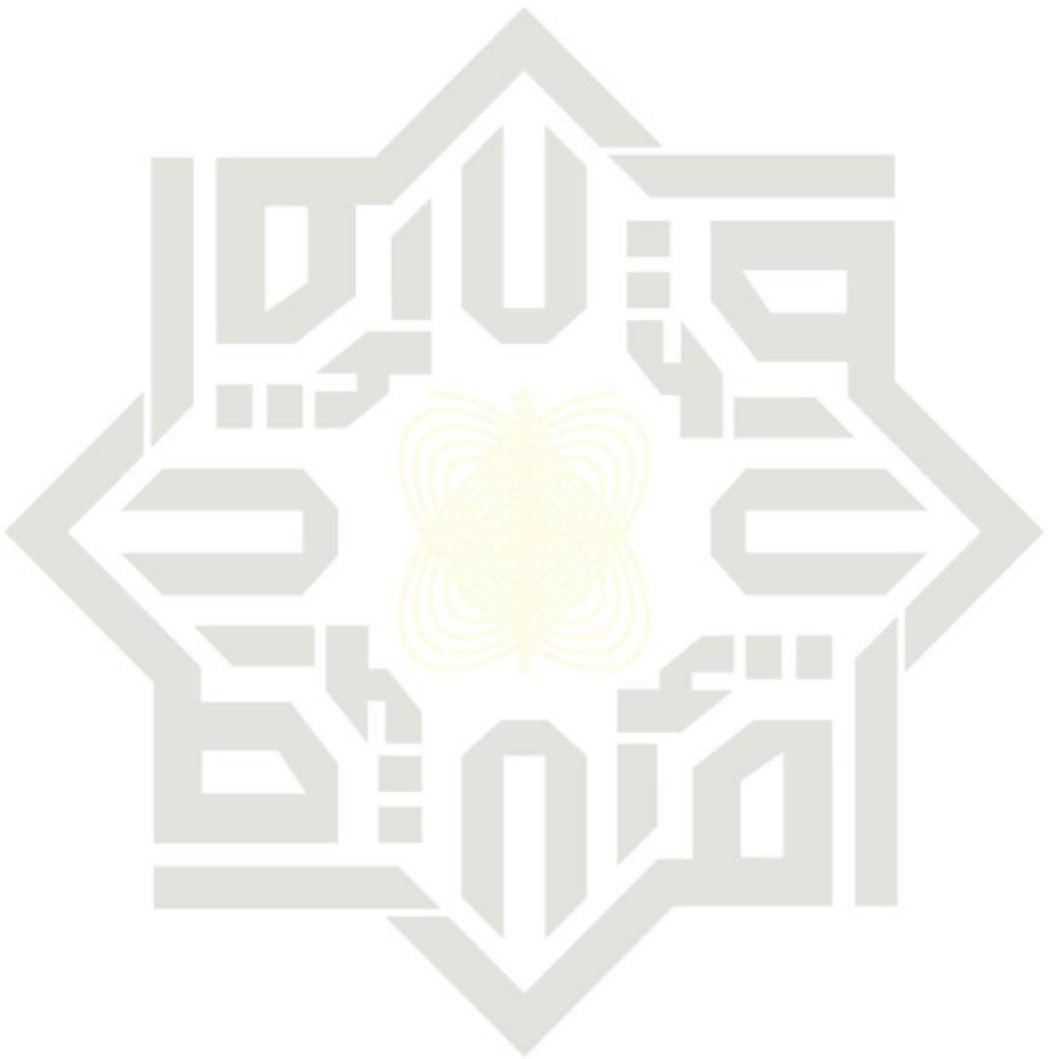


#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

[23] Susanti, Rika. “Modul Pratikum Sistem Komunikasi Jaringan Optik”. Pekanbaru. 2018.

[24] K. Asaka dan J. I. Kani, “Standardization Trends for Next-Generation Passive Optical Network Stage 2 (NG-PON2)”, *NTT Technical Review*, Volume 13, No. 3, Maret. 2015.



UIN SUSKA RIAU



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Fadly Gustiawan**, lahir di kota Duri, 10 Agustus 1997 adalah anak pertama dari pasangan Abdullah dan Chamsiar yang beralamat di Jln.Abdulrahman Gg.Matoa Kecamatan Mandau dan Kabupaten Bengkalis

email : [fadlygustiawan70@gmail.com](mailto:fadlygustiawan70@gmail.com)

HP : 081371716412

Pengalaman pendidikan yang dilalui dimulai pada TK Al-Jauhar, 2002-2003, SDN 019 Balik Alam 2002 – 2008 dan dilanjutkan di SMPN 1 Mandau 2009–2012. Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP SMPN 1 Mandau. Pendidikan dilanjutkan di SMAN 4 Mandau jurusan IPA tahun 2012 – 2015. Kemudian kuliah di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau pada konsentrasi Telekomunikasi dan lulus tahun 2019 dengan penelitian Tugas Akhir berjudul “Performansi System UDWDM Dengan Arsitektur NGPON pada ISOWC”.

UIN SUSKA RIAU